

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 11-251633

(43) Date of publication of application : 17.09.1999

(51) Int.CI.

H01L 33/00

(21) Application number : 10-071294

(71) Applicant : TOYODA GOSEI CO LTD

(22) Date of filing : 04.03.1998

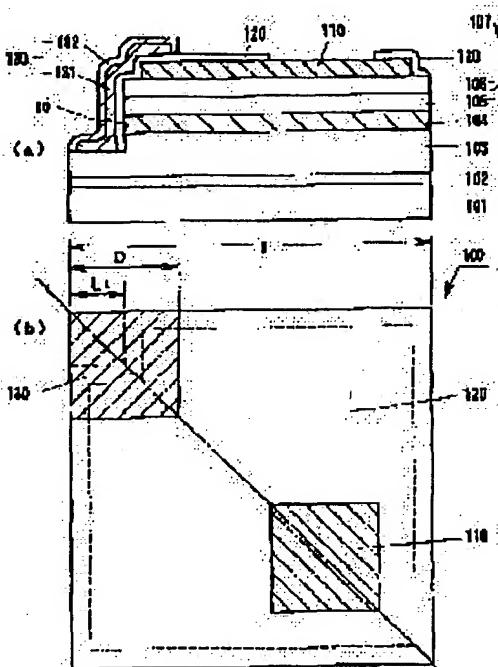
(72) Inventor : KAMIMURA TOSHIYA

## (54) GALLIUM NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR ELEMENT

### (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To widen emission area, by forming a positive electrode on a p-type gallium nitride compound semiconductor layer from a side-wall surface due to the etching of an n-type gallium nitride compound semiconductor layer through the side-wall surface of each layer being formed on the side-wall surface, by forming an insulating protection film on the upper part of the positive electrode, and by forming a negative electrode on the insulating protection film.

**SOLUTION:** A positive electrode 110 is formed on the upper exposure surface of a layer 107 of a p-type gallium nitride compound semiconductor and on the layer 107 from a side-wall surface 10 due to the etching of a layer 103 of an n-type gallium nitride compound semiconductor being formed at a lower layer side, through each side-wall surface 10 of each layer being formed at an upper side from the n-type layer 103, an insulating protection film 120 is formed up to the exposure surface of the upper part of the positive electrode 110, and a negative electrode 130 is formed from the upper exposure part of the layer 103 to the insulating protection film 120. When the area of the upper exposure part of the layer 103 is set to L12, and that of the negative electrode 130 is set to D2, the L12 is smaller than D2, thus widening the emission area of an active layer 104 as compared with a former one.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

[of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-251633

(43)公開日 平成11年(1999)9月17日

(51)Int.Cl.<sup>®</sup>

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

C

E

審査請求 未請求 請求項の数2 FD (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平10-71294

(22)出願日 平成10年(1998)3月4日

(71)出願人 000241463

豊田合成株式会社

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1

番地

(72)発明者 上村 俊也

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1

番地 豊田合成株式会社内

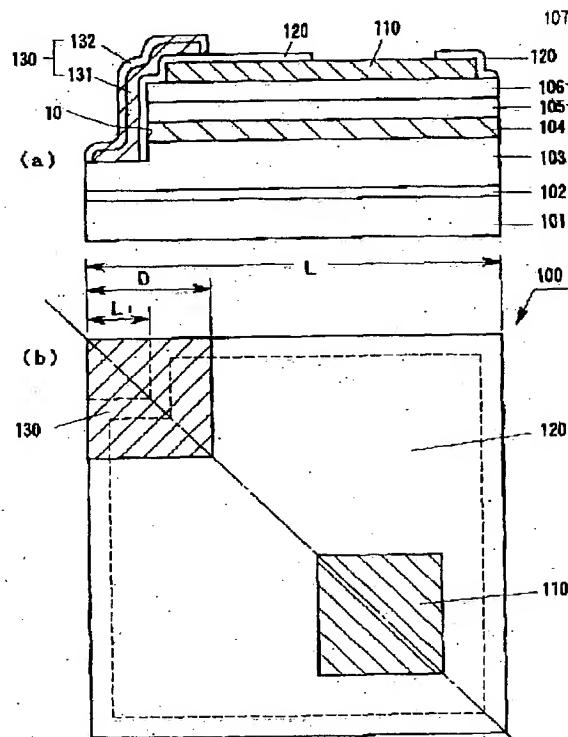
(74)代理人 弁理士 藤谷 修

(54)【発明の名称】窒化ガリウム系化合物半導体素子

(57)【要約】

【課題】n型窒化ガリウム系化合物半導体の層のエッチングによる上部露出面の面積は小さいほど、活性層の発光面積を広く取ることができるために、高光度を実現する上で望ましが、「(n型窒化ガリウム系化合物半導体層の上部露出面の面積) > (負電極の上部露出面の面積)  $\geq$  (パンプ形成に必要な面積)」なる制約があるため、活性層の発光面積を十分には広く取ることができない。

【解決手段】下層側に形成されたn型窒化ガリウム系化合物半導体の層の上部露出面または側壁面より、n型窒化ガリウム系化合物半導体の層より上側に形成された各層の各側壁面を経て、p型窒化ガリウム系化合物半導体の層の上部露出面またはp型窒化ガリウム系化合物半導体の層の上に形成された正電極の上部露出面にまで渡って絶縁性保護膜を形成し、n型窒化ガリウム系化合物半導体の層の上部露出面より、この絶縁性保護膜上に渡って負電極を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に窒化ガリウム系化合物半導体から成る層が積層されたフリップチップ型の発光素子において、下層側に形成されたn型窒化ガリウム系化合物半導体の層のエッチングによる上部露出面または前記n型窒化ガリウム系化合物半導体の層のエッチングによる側壁面より、前記n型窒化ガリウム系化合物半導体の層より上側に形成された各層の各側壁面を経て、p型窒化ガリウム系化合物半導体の層の上部露出面または前記p型窒化ガリウム系化合物半導体の層の上に形成された正電極の上部露出面にまで渡って形成された絶縁性保護膜と、前記n型窒化ガリウム系化合物半導体の層の上部露出面より、前記絶縁性保護膜上に渡って形成された負電極とを有することを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体素子。

【請求項2】 前記n型窒化ガリウム系化合物半導体の層の上部露出面、前記絶縁性保護膜及び前記負電極は、前記発光素子の外周一周に渡って形成されていることを特徴とする請求項1に記載の窒化ガリウム系化合物半導体素子。

\*

(n型窒化ガリウム系化合物半導体層の上部露出面の面積)

&gt; (負電極の上部露出面の面積) (1)

となっていた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 負電極の上部露出面の面積は、リード・フレームや絶縁基板などに発光素子を接続させる際に、電極上に形成するバンプの大きさなど※

(n型窒化ガリウム系化合物半導体層303の上部露出面の面積)

> (負電極330の上部露出面の面積)  $\geq \alpha$  (2)

である。一方、n型窒化ガリウム系化合物半導体層のエッチングによる上部露出面の面積(図3では $L_3^2$ )は小さいほど、活性層304の発光面積を広く取ることができるために、高光度を実現する上で望ましい。しかし、n型窒化ガリウム系化合物半導体層303の上部露出面の面積は、(2)による制約を受けるため、活性層304の発光面積を十分には広く取ることができず、高光度を実現する上で問題となっていた。

【0004】 本発明は、これらの問題を解決するために成されたものであり、その目的は、上記の(2)による制約を排除し、活性層の発光面積を十分に広く取ることにより、高光度の発光素子を実現することである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記の課題を解決するための第1の手段は、基板上に窒化ガリウム系化合物半導体から成る層が積層されたフリップチップ型の発光素子★

(n型窒化ガリウム系化合物半導体層の上部露出面の面積)

&lt; (負電極の上部露出面の面積) (3)

とすることが可能となる。例えば、図1に示した、本発明を適用した窒化ガリウム系化合物半導体より成る発光

## \* 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、活性層の発光面の面積が大きなフリップチップ型の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来技術による窒化ガリウム系化合物半導体より成る発光素子300の断面図(a)及び平面図(b)を図3に示す。301はサファイア基板、302はバッファ層、303はn型窒化ガリウム系化合物半導体層、304は活性層、307はpクラッド層305及びpコンタクト層306より構成されたp型窒化ガリウム系化合物半導体層、310は正電極、320は絶縁性保護膜、330は負電極である。また、簡単のため本従来技術においては、n型窒化ガリウム系化合物半導体層303のエッチングによる上部露出面及び負電極330の上部露出面の形はそれぞれ正方形としており、その面積はそれぞれ $L_3^2$ 、 $D^2$ である。本従来技術を示す図3(b)においては、 $L_3^2 > D^2$ であるが、一般にも、従来技術においては、

## 【数1】

※により制約を受けるため、ある程度以下の大きさにすることはできない。その下限値を定数 $\alpha$ とすると、(1)より、

## 【数2】

(n型窒化ガリウム系化合物半導体層303の上部露出面の面積)

> (負電極330の上部露出面の面積)  $\geq \alpha$  (2)

★において、下層側に形成されたn型窒化ガリウム系化合物半導体の層のエッチングによる上部露出面またはn型窒化ガリウム系化合物半導体の層のエッチングによる側壁面より、n型窒化ガリウム系化合物半導体の層より上側に形成された各層の各側壁面を経て、p型窒化ガリウム系化合物半導体の層の上部露出面またはp型窒化ガリウム系化合物半導体の層の上に形成された正電極の上部露出面にまで渡って形成された絶縁性保護膜と、n型窒化ガリウム系化合物半導体の層の上部露出面より、絶縁性保護膜上に渡って形成された負電極とを備えることである。また、第2の手段は、上記の第1の手段において、n型窒化ガリウム系化合物半導体の層の上部露出面を発光素子の外周一周に渡って形成することである。

## 【0006】

【作用及び発明の効果】 本発明の第1の手段により、

## 【数3】

素子100の断面図(a)及び平面図(b)からも判るように、発光素子100では、

【数4】

$$(n\text{型窒化ガリウム系化合物半導体層の上部露出面の面積}) = L_1^2 \quad (4)$$

【数5】

$$(負電極の上部露出面の面積) = D^2 \quad (5)$$

であり、明らかに「 $L_1^2 < D^2$ 」となっている。即ち、本発明の第1の手段によれば、例えば、活性層104の発光面積を図3に示した従来技術の発光素子300の活性層304の発光面積よりも広く取ることが可能となる。窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の特性としては、電流密度と発光効率とは、リニアな比例関係ではなく、電流密度が小さいほど発光効率がよいことが分かっている。従って、本発明の上記の手段によれば、発光面積をより大きくとれるため、電流の値が同じならば電流密度を低下でき、全体としてより高光度な発光素子を作ることが可能となる。また、本発明によれば、図3に示したようなエッチング側壁面10から漏れていた光が、負電極により反射されて、サファイア基板面側から取り出せるようになるため、発光光度がより高くなるという効果もある。更に、本発明を利用すれば、絶縁性保護膜により正電極と負電極のパンプの高さ及び面積を容易に同じにできるので、リード・フレームや絶縁基板などに発光素子を接続する際に、発光素子を傾斜しにくいものに容易にできるという効果もある。また、本発明の第2の手段によれば、n型窒化ガリウム系化合物半導体層を流れる電流が、n型窒化ガリウム系化合物半導体層の周辺から中央へと、より対称性の良いものとなり、電流路の対象性が向上する。このため、活性層の全域に渡って均一な発光パターンが得られ、より高光度の発光素子が得られるようになる。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。まず、第1の実施例として、本発明を適用した窒化ガリウム系化合物半導体より成る発光素子100について説明する。図1に、この発光素子100の断面図(a)及び平面図(b)を示す。101はサファイア基板、102は窒化アルミニウム(AIN)からなるバッファ層、103はシリコン(Si)ドープの窒化ガリウム(GaN)からなる高キャリア濃度のn型窒化ガリウム系化合物半導体層、104はIn<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N(0 < x < 1)からなる活性層、107は、p型のAl<sub>y</sub>Ga<sub>1-y</sub>N(0 < y < 1)からなるpクラッド層105とp型の窒化ガリウム(GaN)からなるpコンタクト層106より構成されたp型窒化ガリウム系化合物半導体層、110はニッケル(Ni)よりなる正電極、120はSiO<sub>2</sub>からなる絶縁性保護膜、130は、銀(Ag)からなる金属層131とニッケル(Ni)よりなる金属層132より構成された負電極である。即ち、発光素子100は、下層側に形成されたn型窒化ガリウム系化合物半導体の層103のエッチングによる側壁面10より、n型窒化ガリウム系化合物半導体の層103より上側に形成された各層の各側壁面10を経て、p型窒化ガリウム系化合物半導体の層107の上部露出面およびp型窒化ガリウム系化合物半導体の層107の上に形成された正電極110の上部露出面にまで渡って形成された絶縁性保護膜120と、n型窒化ガリウム系化合物半導体の層103の上部露出面より、絶縁性保護膜120上に渡って形成された負電極130とを備えた構成となっている。この構成により、発光素子100においては、前記の通り(3)、(4)、(5)が満たされるので、前記の通り本発明の第1の手段の作用により、本発明の第1の手段による効果を得ることができる。

層の各側壁面10を経て、p型窒化ガリウム系化合物半導体の層107の上部露出面およびp型窒化ガリウム系化合物半導体の層107の上に形成された正電極110の上部露出面にまで渡って形成された絶縁性保護膜120と、n型窒化ガリウム系化合物半導体の層103の上部露出面より、絶縁性保護膜120上に渡って形成された負電極130とを備えた構成となっている。この構成により、発光素子100においては、前記の通り

(3)、(4)、(5)が満たされるので、前記の通り本発明の第1の手段の作用により、本発明の第1の手段による効果を得ることができる。

【0008】次に、第2の実施例として、本発明を適用した窒化ガリウム系化合物半導体より成る発光素子200について説明する。図2に、この発光素子200の断面図(a)及び平面図(b)を示す。201はサファイア基板、202は窒化アルミニウム(AIN)からなるバッファ層、203はシリコン(Si)ドープの窒化ガリウム(GaN)からなる高キャリア濃度のn型窒化ガリウム系化合物半導体層、204はIn<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N(0 < x < 1)からなる活性層、207は、p型のAl<sub>y</sub>Ga<sub>1-y</sub>N(0 < y < 1)からなるpクラッド層205とp型の窒化ガリウム(GaN)からなるpコンタクト層206より構成されたp型窒化ガリウム系化合物半導体層、210はニッケル(Ni)よりなる正電極、220はSiO<sub>2</sub>からなる絶縁性保護膜、230はニッケル(Ni)よりなる負電極である。即ち、発光素子200は、下層側に形成されたn型窒化ガリウム系化合物半導体の層203のエッチングによる側壁面10より、n型窒化ガリウム系化合物半導体の層203より上側に形成された各層の各側壁面10を経て、p型窒化ガリウム系化合物半導体の層207の上部露出面およびp型窒化ガリウム系化合物半導体の層207の上に形成された正電極210の上部露出面にまで渡って形成された絶縁性保護膜220と、n型窒化ガリウム系化合物半導体の層203の上部露出面より、絶縁性保護膜220上に渡って形成された負電極230とを備えた構成となっている。更に、n型窒化ガリウム系化合物半導体の層203の上部露出面は、発光素子200の外周一周に渡って形成されており、負電極230は、このn型窒化ガリウム系化合物半導体の層203の上部露出面全周に渡って形成された構成となっている。

この構成により、発光素子200においては、本発明の第2の手段が実施されているので、前記の通り本発明の第2の手段の作用により、本発明の第2の手段による効果を得ることができる。

【0009】また、上記実施例では、正電極110、210は、ニッケル(Ni)で構成されているが、正電極

は、プラチナ (P t) 、コバルト (C o) 、金 (A u) 、パラジウム (P d) 、ニッケル (N i) 、マグネシウム (M g) 、銀 (A g) 、アルミニウム (A l) 、バナジウム (V) 、マンガン (M n) 、ビスマス (B i) 、レニウム (R e) 、銅 (C u) 、スズ (S n) またはロジウム (R h) の内の少なくとも1種類の金属を含んでいる単層構造の電極であっても、また、これらの金属を2種類以上含んだ多層構造の電極であっても本実施例と同様の効果が得られる。

【0010】また、負電極は、プラチナ (P t) 、コバルト (C o) 、金 (A u) 、パラジウム (P d) 、ニッケル (N i) 、マグネシウム (M g) 、銀 (A g) 、アルミニウム (A l) 、バナジウム (V) 、銅 (C u) 、スズ (S n) 、ロジウム (R h) 、チタン (T i) 、クロム (C r) 、ニオブ (N b) 、亜鉛 (Z n) 、タンタル (T a) 、モリブデン (M o) 、タングステン (W) またはハフニウム (H f) の内の少なくとも1種類の金属を含んでいる単層構造の電極であっても、また、これらの金属を2種類以上含んだ多層構造の電極であっても本実施例と同様の効果が得られる。

【0011】また、発光素子200においては、負電極230が正電極210の上方にまで達していない部分があるが、n型窒化ガリウム系化合物半導体の層203を流れる電流の電流路の対象性を確保するためには、特に問題とはならない。ただし、図3に示したような各層の側壁面10から漏れる光を負電極により反射させて、サファイア基板面側から取り出せるようする意味では、負電極230は、全周に渡って正電極210の上方にまで達していた方が、高光度を実現する上でより望ましい。なお、上記の実施例では、活性層104、204、

304はSQW構造としたが、活性層の構造は、MQW構造でもよい。また、活性層、クラッド層、コンタクト層、その他の層は、任意の混晶比の4元、3元、2元系の $Al_x Ga_y In_{1-x-y} N$  ( $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq x + y \leq 1$ ) としても良い。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した窒化ガリウム系化合物半導体より成る発光素子100の断面図 (a) 及び平面図 (b)。

【図2】本発明を適用した窒化ガリウム系化合物半導体より成る発光素子200の断面図 (a) 及び平面図 (b)。

【図3】従来技術による窒化ガリウム系化合物半導体より成る発光素子300の断面図 (a) 及び平面図 (b)。

#### 【符号の説明】

100、200、300…窒化ガリウム系化合物半導体より成る発光素子

101、201、301…サファイア基板

20 102、202、302…pシップア層  
103、203、303…n型窒化ガリウム系化合物半導体層

104、204、304…活性層

105、205、305…pクラッド層

106、206、306…pコンタクト層

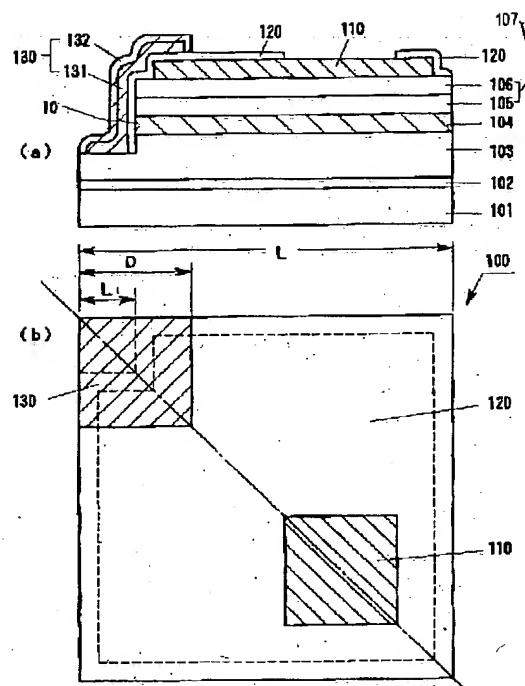
107、207、307…p型窒化ガリウム系化合物半導体層

110、210、310…正電極

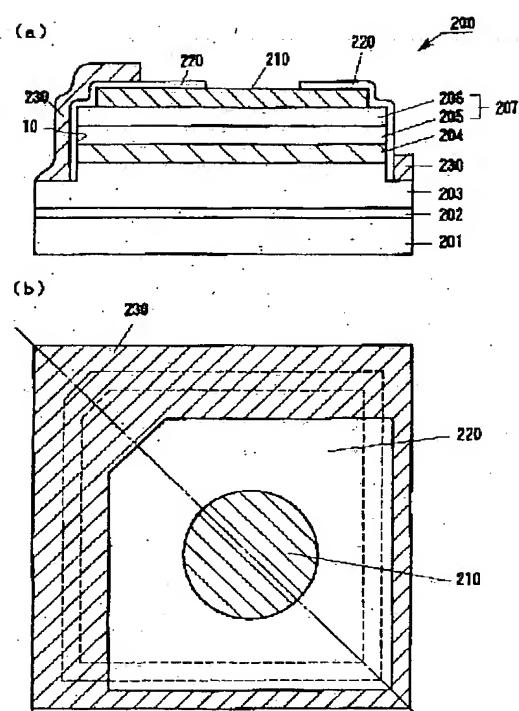
120、220、320…絶縁性保護膜

30 130、230、330…負電極

【図1】



【図2】



【図3】

